

SISTEM PENENTUAN JENIS IKAN AIR TAWAR YANG BERPOTENSI MENGUNTUNGKAN MENGGUNAKAN METODE AHP-TOPSIS

Irfan Suhendra¹, Ilhamsyah², Renny Puspita Sari³

^{1,2,3}Jurusan Sistem Informasi, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak

Telp./Fax.. (0561) 577963

e-mail. ¹irfansuhendra06@student.untan.ac.id, ²ilhamsyah@sisfo.untan.ac.id,

³rennysari@sisfo.untan.ac.id

Abstrak

Potensi budidaya perikanan air tawar dasawarsa ini mengalami peningkatan yang cukup signifikan jika dibandingkan dengan sektor perikanan tangkap yang cenderung mengalami penurunan. Hal ini sejalan dengan potensi lahan budidaya yang masih sangat besar untuk dikembangkan. Kendati demikian pembudidaya cenderung melakukan budidaya ikan yang dianggap mudah untuk dilakukan tanpa melakukan perhitungan terkait kondisi lingkungan, karakteristik, dan harga jual ikan sehingga persentase keberhasilan budidaya tidak dapat dimaksimalkan. Ketersediaan teknologi informasi tentunya dapat menjawab permasalahan yang sering dihadapi dalam proses penentuan jenis ikan yang akan dibudidayakan. Penelitian ini mengusulkan sebuah sistem pendukung keputusan berbasis web dengan mengimplementasikan metode AHP-TOPSIS. Metode AHP digunakan dalam proses pembobotan kriteria karena menggunakan konsep hirarki terstruktur, sedangkan metode TOPSIS digunakan dalam proses perankingan ikan budidaya. Kriteria yang digunakan dalam penelitian ini adalah Harga Bibit, Banyak Bibit, Lama Masa Pembesaran, Harga Jual Per Kg, dan Luas Kolam. Berdasarkan simulasi perhitungan yang dilakukan, didapatkan hasil perankingan ikan dengan nilai masing-masing ikan adalah 0,913 untuk ikan Bawal, 0,839 untuk ikan Nila, 0,257 untuk ikan Lele, 0,087 untuk Patin, dan 0 untuk ikan Mas. Hasil dari penelitian ini adalah sistem pendukung keputusan yang telah dilakukan pengujian fungsionalitas dengan hasil setiap fungsi berjalan seperti yang diharapkan dan pengujian antarmuka sistem memperoleh nilai 82,9%.

Kata kunci. Sistem Pendukung Keputusan, AHP, TOPSIS, MADM, Perikanan Budidaya

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan masyarakat dunia pada abad ke-21 telah menunjukkan kecenderungan adanya perubahan perilaku dan gaya hidup serta pola konsumsinya ke produk perikanan. Ikan akan menjadi komoditas strategis yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan pasokan produk perikanan. Pasokan ikan dunia saat ini sebagian besar berasal dari perikanan tangkap, namun pemanfaatan sumber daya tersebut disejumlah negara dan perairan dunia telah berlebih. Oleh karena itu, hasil perikanan budidaya diharapkan dapat menjadi sumber utama untuk memenuhi permintaan produk perikanan [1].

Fakta lain menunjukkan pada tahun 2018 berdasarkan data *Food and Agriculture Organization* (FAO), Indonesia merupakan negara produsen perikanan budidaya terbesar ke-2 didunia [2]. Perikanan budidaya masih menjadi tumpuan produksi kelautan dan perikanan Indonesia. Potensi lahan yang dimiliki masih sangat besar untuk dapat dikembangkan yang meliputi tambak, kolam, perairan umum, sawah, dan laut. Perpaduan antara potensi yang ada dengan ketersediaan teknologi yang prospektif tentunya dapat menunjang peningkatan produksi perikanan [3].

Hal-hal yang penting untuk diperhatikan sebelum memulai usaha budidaya ikan air tawar diantaranya kondisi lingkungan, harga jual dan karakteristik ikan agar budidaya ikan

yang dilakukan dapat menghasilkan hasil yang maksimal. Masalah yang sering dihadapi adalah hasil yang didapatkan tidak maksimal karena pemilihan jenis ikan untuk dibudidayakan tidak sesuai dengan kondisi lingkungan tempat budidaya yang ada dan karakteristik ikan. Perbedaan permintaan jenis ikan yang berbeda disetiap daerah dan berubah-ubah harus menjadi pertimbangan dalam menentukan ikan yang akan dibudidayakan sehingga hasil yang didapatkan lebih maksimal [4].

Salah satu solusi dari masalah tersebut adalah teknologi informasi ataupun basis pengetahuan dalam melakukan proses pemilihan ikan budidaya air tawar. Penelitian ini mengusulkan sebuah sistem pendukung keputusan yang dirancang dan dibangun dalam sebuah penelitian yang berjudul “Sistem Penentuan Jenis Ikan Air Tawar Yang Berpotensi Menguntungkan Menggunakan Metode AHP-TOPSIS”. Sistem ini nantinya diharapkan dapat membantu para pengambil keputusan dalam hal ini adalah pembudidaya dalam menentukan jenis ikan untuk dibudidayakan dengan mempertimbangkan nilai kriteria dari masing-masing ikan (alternatif) yang telah ditentukan. Penelitian ini mengaplikasikan metode AHP dan TOPSIS dalam sistem berbasis web. Tahapan penentuan bobot kriteria tidak dilakukan secara manual tetapi menggunakan perhitungan metode AHP. Hasil dari perhitungan bobot digunakan pada metode TOPSIS sehingga menghasilkan ranking ikan yang direkomendasikan.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Sistem Pendukung Keputusan

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) digunakan sebagai alat bantu bagi para pengambil keputusan untuk memperluas kapabilitas para pengambil keputusan, namun bukan berarti sistem pendukung keputusan menggantikan sepenuhnya tugas pengambil keputusan tersebut. Sistem pendukung keputusan digunakan dalam menentukan keputusan yang melibatkan pertimbangan dari seseorang atau kelompok sebagai pengambil keputusan [5].

2.2. Perikanan Budidaya

Budidaya ikan secara umum adalah kegiatan yang dimulai dari pembenihan, memelihara dan membesarkan dalam suatu

lingkungan yang terkontrol. Kegiatan pembenihan adalah usaha untuk menghasilkan benih ikan dimulai dan mempersiapkan calon indukan, proses pemijahan induk, penetasan telur yang dihasilkan dan sampai perawatan larva yang berhasil menetas. Pemeliharaan dan pembesaran adalah kegiatan usaha pemeliharaan dari benih sampai ukuran konsumsi atau ukuran pasar [6].

2.3. Multi Attribute Decision Making (MADM)

Multi Attribute Decision Making (MADM) merupakan suatu metode yang mempertimbangkan beberapa kriteria untuk mendapatkan alternatif terbaik dari sejumlah alternatif pilihan [7]. Bagian utama dalam metode ini adalah penentuan bobot setiap kriteria yang digunakan yang dilanjutkan dengan menghitung nilai setiap alternatif pilihan sehingga didapatkan ranking alternatif. MADM sendiri memiliki tiga pendekatan utama yaitu pendekatan subjektif, objektif, dan gabungan dari keduanya dalam menentukan nilai bobot kriteria. Setiap pendekatan memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masing [7]. Pada pendekatan subjektif terdapat beberapa faktor yang ditentukan secara bebas karena pendekatan ini mementingkan subjektivitas dari pengambil keputusan dalam menentukan nilai bobot. Adapun pada pendekatan objektif perhitungan matematis dilakukan untuk mendapatkan nilai bobot, dalam hal ini subjektivitas dari para penentu keputusan diabaikan [7].

2.4. Analytic Hierarchy Process (AHP)

Metode AHP (*Analytic Hierarchy Process*) dikembangkan oleh Thomas L. Saaty untuk memecahkan permasalahan penentuan keputusan. Metode ini menguraikan masalah kedalam sebuah hirarki berdasarkan kriteria yang digunakan dalam penentuan keputusan. Metode AHP memiliki beberapa keunggulan dalam memecahkan masalah penentuan keputusan yaitu [8].

- Hirarki yang dimiliki metode ini terstruktur dan dapat digunakan untuk menggambarkan beberapa pemilihan kriteria bahkan sampai dengan subkriteria yang paling dalam.
- Menjaga nilai kevaliditasan kriteria dan alternatif yang digunakan.
- Mempunyai kualitas *output* yang dapat dipertanggungjawabkan keefektifannya.

Terdapat beberapa prosedur ataupun langkah-langkah dalam metode AHP sehingga menghasilkan solusi untuk memecahkan permasalahan [8].

1. Mengidentifikasi permasalahan serta merancang sebuah solusi yang akan dicapai, kemudian membentuk sebuah hirarki sesuai pokok permasalahan.
2. Menentukan tingkat prioritas setiap elemen.
 - a. Menentukan nilai perbandingan berpasangan antara elemen satu dengan elemen lainnya.
 - b. Setiap elemen pada matriks perbandingan ditentukan oleh penentu keputusan. Elemen ini berupa angka untuk menggambarkan tingkat prioritas masing-masing kriteria. Nilai masing-masing perbandingan mengacu pada skala nilai perbandingan Saaty yang dijabarkan dalam tabel 1 berikut.

Tabel 1. Skala Perbandingan Saaty [3]

Nilai	Defenisi
1	Kedua elemen memiliki prioritas yang sama
3	Elemen pertama memiliki prioritas sedikit lebih penting dari elemen lain.
5	Elemen pertama lebih penting dari elemen lain.
7	Elemen pertama sangat penting dari elemen lain.
9	Pertama jelas lebih penting dari elemen lain.
2, 4, 6, 8	Nilai diantara nilai ganjil diberikan jika ada dua kompromi
Kebalikan	Jika elemen pertama mendapat nilai n terhadap elemen lain, maka elemen lain mendapat nilai kebalikan dari nilai elemen pertama yaitu $1/n$.

3. Melakukan Sintesis.

Untuk melakukan sintesis dari elemen-elemen terdapat beberapa langkah yaitu.

- a. Menentukan jumlah total nilai setiap kolom pada matriks perbandingan berpasangan.
- b. Membuat matriks ternormalisasi dari matriks perbandingan berpasangan dengan membagi nilai setiap elemen pada kolom dengan nilai total tiap kolom yang sama. Langkah ini dapat dituliskan dalam persamaan 1 berikut.

$$r_{ij} = \frac{k_{ij}}{\text{total}_j} \quad (1)$$

- Notasi.
- r = Matriks ternormalisasi
 - K = Matriks perbandingan berpasangan
 - total = Jumlah tiap nilai pada setiap kolom
 - i = 1, 2, 3, ..., n
 - j = 1, 2, 3, ..., m

- c. Menghitung nilai *Eigen Vektor* (bobot) tiap kriteria. Nilai bobot kriteria adalah hasil penjumlahan nilai dari setiap elemen pada baris dalam matriks ternormalisasi dan dibagi dengan banyaknya kriteria yang digunakan atau dengan kata lain nilai rata-rata pada setiap baris matriks ternormalisasi.

4. Menguji tingkat konsistensi nilai *Eigen Vektor* (bobot)

Konsistensi bobot sangat penting untuk mendapatkan hasil perangsangan yang lebih akurat, adapun langkah-langkah untuk menguji tingkat konsistensi tersebut adalah.

- a. Nilai dari setiap elemen pada baris dalam matriks perbandingan berpasangan dikalikan dengan nilai *eigen vector* (bobot) tiap kriteria kemudian dijumlahkan. Perhitungan ini menghasilkan nilai λ setiap kriteria.
- b. Menghitung nilai λ_{maks} dengan cara menghitung jumlah hasil bagi nilai λ dengan *eigen vektor* (bobot) kemudian dibagi dengan banyaknya kriteria yang digunakan.
- c. Menghitung *Consistency Index* (CI) berdasarkan persamaan 2 berikut.

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \quad (2)$$

- Notasi.
- CI = *Consistency Index*
 - n = Banyaknya kriteria

- d. Menghitung *Consistency Ratio* (CR) berdasarkan persamaan 3.

$$CR = \frac{CI}{IR} \quad (3)$$

- Notasi.
- CR = *Consistency Ratio*
 - CI = *Consistency Index*
 - IR = *Index Ratio*

Nilai dari *index ratio* merupakan nilai yang telah ditentukan berdasarkan banyaknya kriteria yang digunakan. Nilai *index ratio* dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Nilai *Index Ratio* [8]

N	1, 2	3	4	5	6	7	8
Nilai IR	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41

- e. Melakukan pengecekan nilai *CR*. Hasil perhitungan dapat digunakan apabila nilai tersebut tidak lebih dari 0.1 atau 10%, jika melebihi maka perhitungan dianggap salah dan harus diulangi dari menentukan nilai matriks perbandingan berpasangan.

2.5. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) adalah salah satu metode dari model keputusan MADM. Metode TOPSIS menggunakan konsep dimana alternatif terpilih yang terbaik tidak hanya memiliki jarak terpendek dari solusi ideal positif, tetapi juga memiliki jarak terpanjang dari solusi ideal negatif [4].

Tahapan perhitungan dalam metode TOPSIS ke dalam langkah-langkah sebagai berikut [4].

1. Menghitung nilai matriks ternormalisasi menggunakan persamaan 4 berikut.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (4)$$

2. Menghitung nilai matrik normalisasi terbobot menggunakan persamaan 5 berikut.

$$y_{ij} = w_i r_{ij} \quad (5)$$

3. Mengidentifikasi nilai solusi ideal positif dan negatif menggunakan persamaan 6 dan 7 berikut.

$$A^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+) \quad (6)$$

$$A^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-) \quad (7)$$

Dengan.

$$A^+ = \max y_{ij}; \text{ jika } j \text{ adalah kriteria } \textit{benefit}$$

$$\min y_{ij}; \text{ jika } j \text{ adalah kriteria } \textit{cost}$$

$$A^- = \min y_{ij}; \text{ jika } j \text{ adalah kriteria } \textit{benefit}$$

$$\max y_{ij}; \text{ jika } j \text{ adalah kriteria } \textit{cost}$$

4. Menghitung jarak antara nilai matriks normalisasi terbobot dengan solusi ideal positif dan negatif menggunakan persamaan 8 dan 9 berikut.

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_1^+ - y_{ij})^2}; \quad (8)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_j^-)^2}; \quad (9)$$

5. Menentukan nilai kedekatan alternatif dengan solusi ideal positif dan negatif menggunakan persamaan 10.

$$V_i^+ = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (10)$$

Notasi. $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

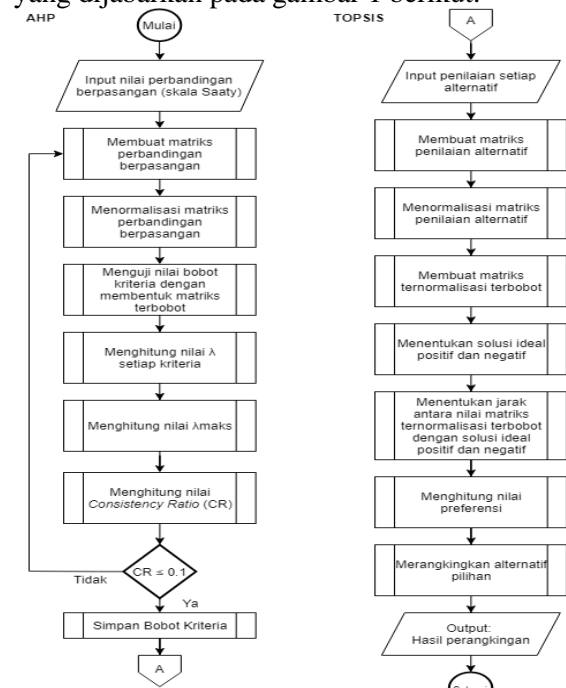
Alternatif dengan nilai V terbesar adalah ikan yang disarankan untuk dibudidayakan.

2.6. Framework Codeigniter

Framework atau kerangka kerja merupakan kumpulan instruksi yang disimpan secara terstruktur dan dapat dipanggil atau digunakan oleh pengembang sehingga memudahkan dan mempercepat pengembangan aplikasi. Sedangkan *codeigniter* merupakan sebuah *framework* php yang bersifat *open source* dan menggunakan konsep MVC (*Model, View, Controller*) untuk memudahkan *developer* atau *programmer* dalam membangun sebuah web tanpa harus membuatnya dari awal. *Framework Codeigniter* dikembangkan oleh Rick Ellis, CEO Ellislab, Inc [9].

3. METODE PENELITIAN

Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode AHP-TOPSIS yang dijabarkan pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Flowchart Metode AHP-TOPSIS

c. Sequence Diagram

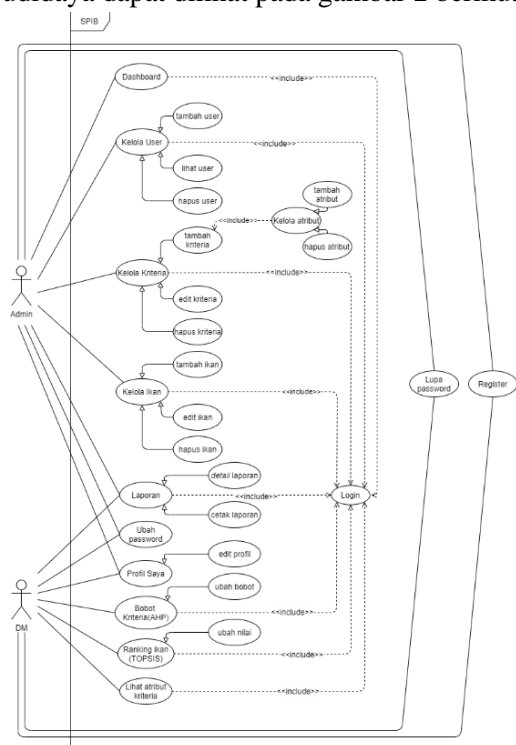
Sequence diagram kelola kriteria digambarkan pada gambar 4 berikut.

```

sequenceDiagram
    actor Admin
    participant Controller as controller : Kelola
    participant Model as model : Kriteria_model

    Admin->>Controller: 1. kriteria()
    activate Controller
    Controller->>Model: 2. getAllKriteria()
    activate Model
    Model-->>Controller: 3. data kriteria
    deactivate Model
    Controller->>Controller: 4. load('kelola/kel_kriteria')
    deactivate Controller
    Controller-->>Admin: 5. menampilkan antarmuka kelola kriteria
    deactivate Controller
  
```

Gambar 4. *Sequence Diagram*

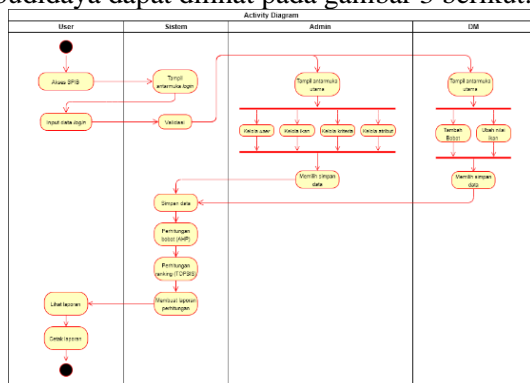


Gambar 2. *Use Case Diagram* SPIB

Fungsi-fungsi dalam sistem dijelaskan pada gambar 2.

Gambar 4 merupakan *sequence* diagram sistem.

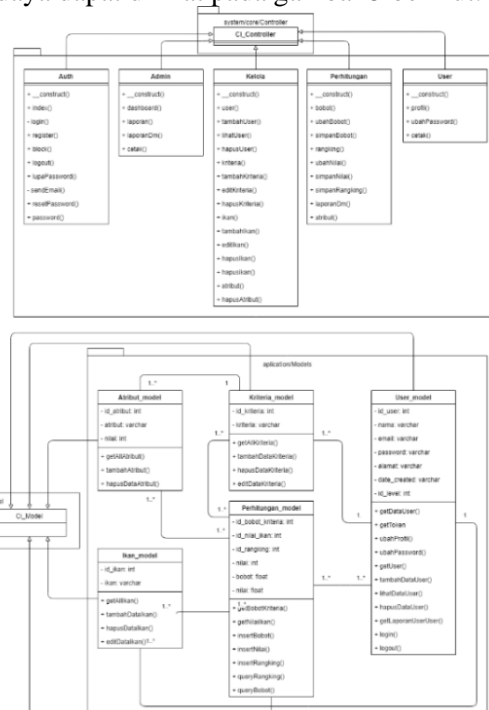
Activity diagram sistem pemilihan ikan budidaya dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. *Activity Diagram*

Rancangan ERD pada SPIB digambarkan pada gambar 6 berikut.

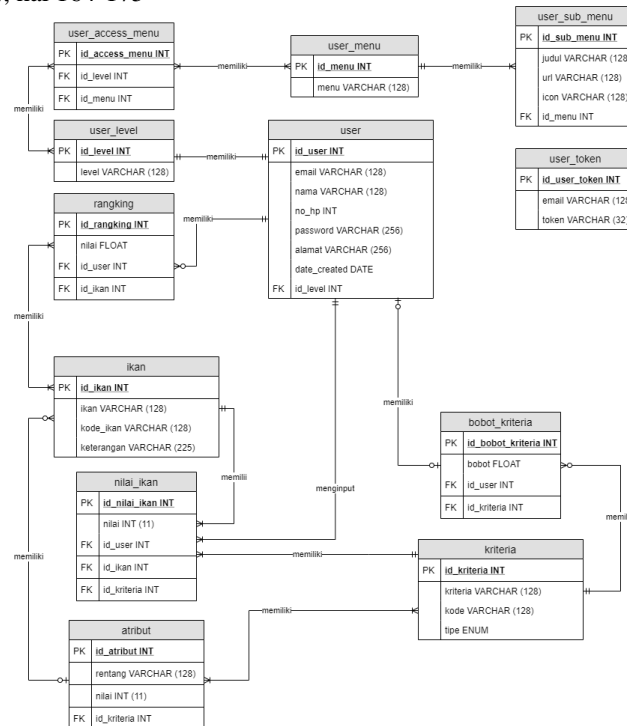
Class diagram sistem pemilihan ikan budidaya dapat dilihat pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. *Class Diagram*

Gambar 5 menjelaskan kelas-kelas dalam kode program sistem.

e. *Entity Relationship Diagram*



Gambar 6. Entity Relationship Diagram

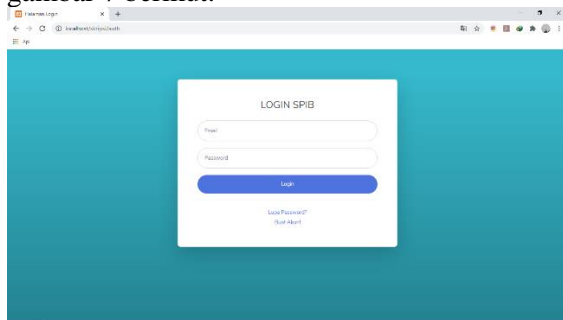
Gambar 6 mendefinisikan rancangan basis data sistem.

4.2. Implementasi dan Pembahasan

4.2.1. Berikut adalah hasil implementasi rancangan sistem yang telah dilakukan ke dalam kode program.

1. Antarmuka login

Antarmuka *login* dapat dilihat pada gambar 7 berikut.

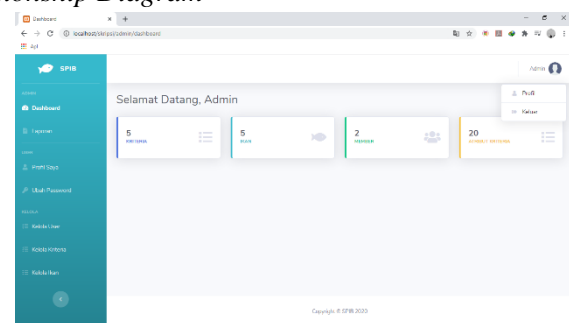


Gambar 7. Antarmuka Login

Pada antarmuka ini terdapat *form login* dimana *user* dapat menginputkan *email* dan *password* untuk masuk kedalam sistem. Pada antarmuka ini juga terdapat link untuk mereset *password* dan melakukan register.

2. Antarmuka Dashboard Admin

Antarmuka *dasboard* admin dapat dilihat pada gambar 8 berikut.

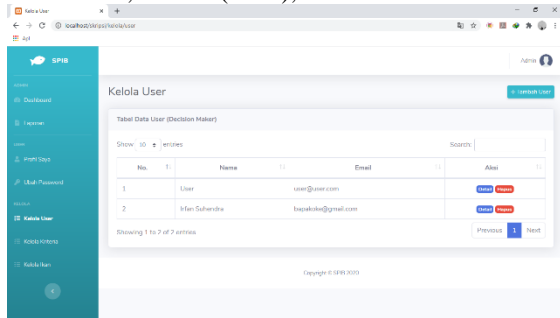


Gambar 8. Antarmuka Dashboard Admin

Antarmuka *dashboard* menampilkan jumlah kriteria, ikan, *user (decision maker)*, dan atribut kriteria yang telah tersimpan di basis data sistem. Admin dapat melakukan fungsi-fungsi lainnya dengan memilih menu pada *sidebar*. Pada bagian *topbar* terdapat menu *dropdown* berisi tombol untuk mengakses antarmuka profil dan tombol keluar sistem.

3. Antarmuka Kelola User

Antarmuka *kelola user* dapat dilihat pada gambar 9 berikut.

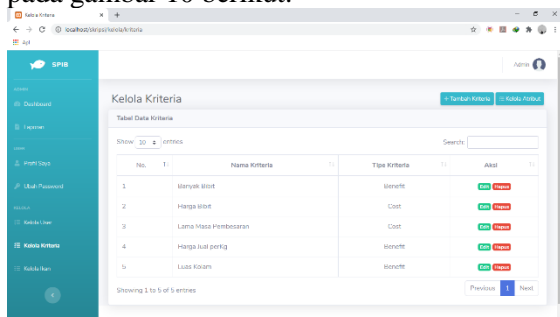


Gambar 9. Antarmuka Kelola User

Antarmuka kelola *user* digunakan oleh admin untuk mengelola data *user* yang telah terdaftar dalam sistem.

4. Antarmuka Kelola Kriteria

Antarmuka kelola kriteria dapat dilihat pada gambar 10 berikut.

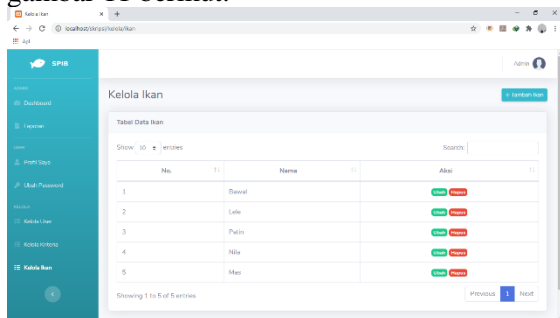


Gambar 10. Antarmuka Kelola Kriteria

Antarmuka kelola kriteria menampilkan daftar kriteria dari basis data. Pada antarmuka ini admin dapat melakukan beberapa fungsi seperti tambah kriteria, edit, dan hapus kriteria. Admin juga dapat melakukan kelola atribut kriteria dengan menekan tombol kelola kriteria.

5. Antarmuka Kelola Ikan

Antarmuka kelola ikan dapat dilihat pada gambar 11 berikut.

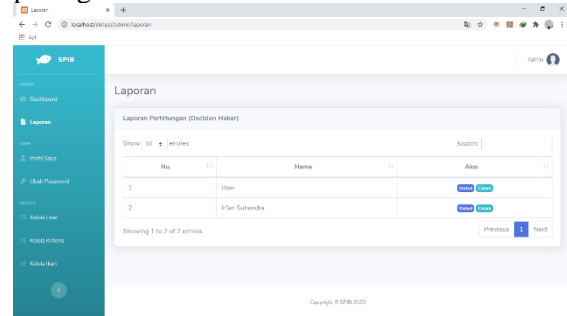


Gambar 11. Antarmuka Kelola Ikan

Antarmuka kelola ikan menampilkan daftar nama ikan yang digunakan sebagai alternatif pilihan. Terdapat beberapa fungsi pada antarmuka kelola ikan yaitu tambah, edit, dan hapus ikan.

6. Antarmuka Laporan (admin)

Antarmuka laporan (admin) dapat dilihat pada gambar 12 berikut.

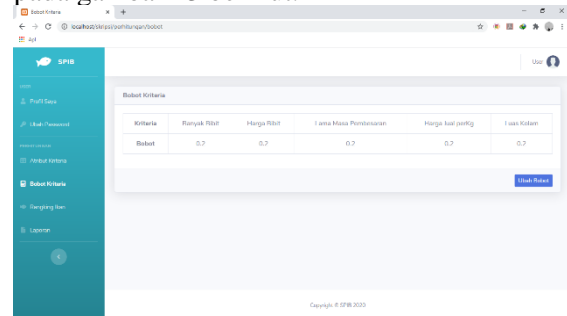


Gambar 12. Antarmuka Laporan (admin)

Antarmuka laporan menampilkan daftar *decision maker* dimana pada antarmuka ini admin dapat melihat laporan perhitungan yang telah dilakukan. Admin dapat memilih menu *detail* laporan atau cetak laporan.

7. Antarmuka Bobot Kriteria

Antarmuka bobot kriteria dapat dilihat pada gambar 13 berikut.

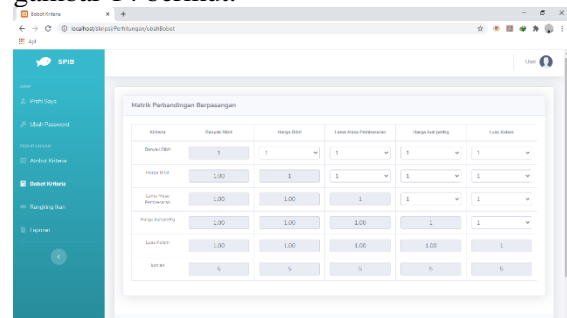


Gambar 13. Antarmuka Bobot Kriteria

Antarmuka bobot kriteria menampilkan bobot kriteria hasil perhitungan yang telah dilakukan *decision maker*. Pada antarmuka ini *decision maker* dapat melakukan ubah bobot kriteria untuk melakukan perhitungan kembali dengan menekan tombol ubah kriteria. Jika sebelumnya *decision maker* belum melakukan perhitungan bobot maka sistem akan otomatis menampilkan antarmuka ubah bobot.

8. Antarmuka Ubah Bobot

Antarmuka ubah bobot dapat dilihat pada gambar 14 berikut.

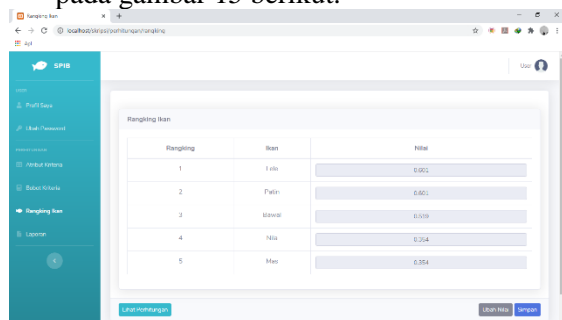


Gambar 14. Antarmuka Ubah Bobot

Antarmuka ubah bobot menampilkan *form* pada sebuah tabel dimana *form* ini digunakan untuk memberikan nilai perbandingan satu kriteria terhadap kriteria lainnya. *Form* ini merupakan tahapan pertama pada perhitungan bobot kriteria dengan menggunakan metode AHP. Setelah memberikan nilai pada setiap kriteria *decision maker* dapat menekan tombol simpan dan sistem akan secara otomatis melakukan perhitungan bobot dengan menggunakan metode AHP.

9. Antarmuka Rangking Ikan

Antarmuka rangking ikan dapat dilihat pada gambar 15 berikut.

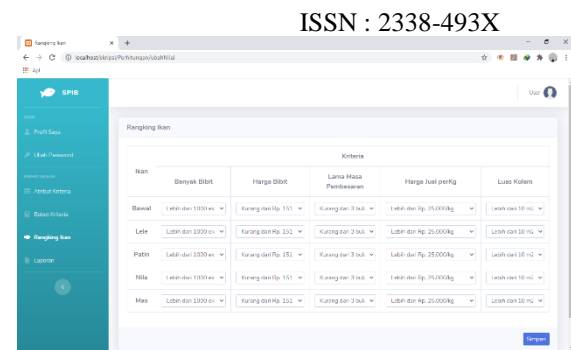


Gambar 15. Antarmuka Rangking Ikan

Antarmuka rangking ikan akan ditampilkan ketika *decision maker* telah melakukan perhitungan rangking ikan. Pada antarmuka ini *decision maker* dapat menyimpan rangking dengan menekan tombol simpan atau merubah hasil perhitungan rangking dengan menekan tombol ubah nilai.

10. Antarmuka Ubah Nilai Ikan

Antarmuka ubah nilai ikan dapat dilihat pada gambar 16 berikut.



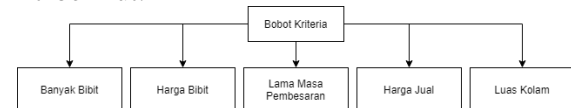
Gambar 16. Antarmuka Ubah Nilai Ikan

Antarmuka ubah nilai ikan menampilkan tabel *form* masukan nilai setiap ikan terhadap masing-masing kriteria. Nilai untuk setiap kriteria berdasarkan pada atribut kriteria yang telah ditentukan. Pada antarmuka ini *decision maker* dapat memberikan penilaian sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. *Decision maker* dapat menekan tombol simpan untuk menyimpan nilai yang telah diberikan nkan perhitungan rangkin ikan dengan menggunakan metode TOPSIS.

4.2.2. Pembahasan

1. Pengujian Manual Metode AHP

Pengujian manual metode AHP adalah simulasi dari perhitungan metode AHP untuk mendapatkan bobot kriteria. Langkah pertama dalam metode AHP adalah membentuk hirarki permasalahan. Adapun hirarki permasalahan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 17 berikut.



Gambar 17. Hirarki Metode AHP

Tabel 3. Nilai Perbandingan Berpasangan

Kriteria	Banyak Bibit	Harga Bibit	Lama Masa Pembesaran	Harga Jual perKg	Luas Kolam
Banyak Bibit	1	5	0,3	3	7
Harga Bibit	0,2	1	0,1	0,3	3,0
Lama Masa Pembesaran	3	7	1	5	9
Harga Jual perKg	0,3	3	0,2	1	5
Luas Kolam	0,1	0,3	0,1	0,2	1
Jumlah	4,68	16,33	1,79	9,53	25

Berdasarkan pemberian nilai perbandingan berpasangan yang telah dilakukan terbentuk sebuah matriks perbandingan berpasangan (K) sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix}
 1 & 5 & 0,3 & 3 & 7 \\
 0,2 & 1 & 0,1 & 0,3 & 3 \\
 3 & 7 & 1 & 5 & 9 \\
 0,3 & 3 & 0,2 & 1 & 5 \\
 0,1 & 0,3 & 0,1 & 0,2 & 1
 \end{bmatrix}$$

Gambar 18. Matriks Perbandingan Berpasangan

Tahapan selanjutnya adalah melakukan perhitungan matriks normalisasi dengan menggunakan persamaan 1. Total setiap kolom matriks normalisasi akan bernilai 1. Berikut ini merupakan matriks normalisasi (r) yang terbentuk berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan.

$$\begin{bmatrix} 0,21 & 0,31 & 0,19 & 0,31 & 0,28 \\ 0,04 & 0,06 & 0,08 & 0,03 & 0,12 \\ 0,64 & 0,43 & 0,56 & 0,52 & 0,36 \\ 0,07 & 0,18 & 0,11 & 0,10 & 0,20 \\ 0,03 & 0,02 & 0,06 & 0,02 & 0,04 \end{bmatrix}$$

Gambar 19. Matriks Normalisasi

Setelah mendapatkan nilai bobot dari setiap kriteria, tahap selanjutnya adalah menguji tingkat konsistensi bobot. Tahapan ini digunakan untuk menentukan layak atau tidaknya bobot kriteria yang dihasilkan untuk digunakan. Langkah pertama untuk melakukan uji konsistensi adalah dengan menentukan nilai λ setiap kriteria. Nilai ini dihasilkan dari penjumlahan hasil dari perkalian setiap elemen pada baris matriks perbandingan berpasangan dengan nilai bobot tiap kriteria. Berikut ini adalah perhitungan nilai λ .

$$\begin{bmatrix} 1 & 5 & 0,3 & 3 & 7 \\ 0,2 & 1 & 0,1 & 0,3 & 3 \\ 3 & 7 & 1 & 5 & 9 \\ 0,3 & 3 & 0,2 & 1 & 5 \\ 0,1 & 0,3 & 0,1 & 0,2 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,26 \\ 0,07 \\ 0,50 \\ 0,13 \\ 0,03 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,41 \\ 0,34 \\ 2,74 \\ 0,70 \\ 0,18 \end{bmatrix}$$

Gambar 20. Perhitungan Bobot Kriteria

Tahapan selanjutnya dalam uji konsistensi adalah menghitung nilai λ_{max} . Nilai ini didapatkan dari penjumlahan seluruh hasil bagi nilai λ dengan nilai bobot lalu dibagi dengan banyaknya kriteria. Berikut ini adalah perhitungan nilai λ_{max} .

$$\lambda_{max} = \frac{\frac{1,41}{0,26} + \frac{0,34}{0,07} + \frac{2,74}{0,50} + \frac{0,70}{0,13} + \frac{0,18}{0,03}}{5} = 5,2$$

Gambar 21. Perhitungan λ_{max}

Tahapan berikutnya setelah mendapatkan nilai dari λ_{max} adalah menghitung nilai *Consistency Index* (CI). Nilai CI merupakan hasil dari pembagian nilai λ_{max} dikurang banyaknya kriteria dengan banyaknya kriteria dikurang satu. Berikut ini adalah perhitungan nilai CI dengan menggunakan persamaan 2.

$$CI = \frac{5,2 - 5}{5 - 1} = 0,06$$

Gambar 21. Perhitungan Nilai CI

Langkah terakhir pada proses uji konsistensi adalah dengan menghitung nilai *Consistency Ratio* (CR). Nilai CR dihasilkan

dari pembagian nilai CI dengan nilai IR. Nilai IR sendiri telah ditetapkan berdasarkan banyaknya kriteria. Pada kasus ini kriteria yang digunakan sebanyak 5 dengan nilai IR adalah 1,12. Perhitungan nilai CR dengan menggunakan persamaan 3 adalah sebagai berikut.

$$CR = \frac{0,06}{1,12} = 0,05$$

Gambar 22. Perhitungan Nilai CR

Kelayakan nilai bobot untuk digunakan dapat ditentukan berdasarkan nilai CR yang dihasilkan, jika nilai CR tidak lebih dari 0,1 maka bobot layak digunakan untuk perhitungan selanjutnya. Namun, jika nilai CR melebihi 0,1 maka perhitungan harus diulangi karena nilai bobot tidak konsisten.

2. Pengujian Manual Metode TOPSIS

Pengujian manual metode TOPSIS adalah simulasi perhitungan metode TOPSIS untuk mendapatkan ranking ikan. Kriteria yang digunakan dalam penelitian ini adalah harga bibit, banyak bibit, lama masa pembesaran, harga jual perKg, dan luas kolam. Kriteria ini ditentukan berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner yang telah dilakukan sebelumnya. Pada simulasi ini diberikan tipe kriteria sebagai berikut.

- C1. Banyak bibit . Cost
- C2. Harga bibit . Benefit
- C3. Lama masa pembesaran . Cost
- C4. Harga jual ikan . Benefit
- C5. Luas kolam . Cost

Pada tabel 4 sampai 8 dijabarkan nilai atribut masing-masing kriteria.

Tabel 4. Atribut dan Nilai Kriteria Banyak Bibit

Atribut	Nilai
> 1000 ekor	4
751 – 1000 ekor	3
500 – 750 ekor	2
< 500 ekor	1

Tabel 4 menjabarkan nilai dari atribut kriteria banyak bibit.

Tabel 5. Atribut dan Nilai Kriteria Harga Bibit

Atribut	Nilai
Rp. 0 – Rp. 150	4
Rp. 151 – Rp. 250	3
Rp. 251 – Rp. 350	2
> Rp. 350	1

Tabel 5 menjabarkan nilai dari atribut kriteria harga bibit.

Tabel 6. Atribut dan Nilai Kriteria Lama Masa
Pembesaran

Atribut	Nilai
< 3 Bulan	4
3 – 5 Bulan	3
6 – 7 Bulan	2
> 7 Bulan	1

Tabel 6 menjabarkan nilai dari atribut kriteria lama masa pembesaran.

Tabel 7. Atribut dan Nilai Kriteria Harga Jual

Atribut	Nilai
> Rp. 25.000	4
Rp. 20.001 – Rp. 25.000	3
Rp. 15.000 – Rp. 20.000	2
< Rp. 15.000	1

Tabel 7 menjabarkan atribut dan nilai dari kriteria harga jual.

Tabel 8. Atribut dan Nilai Kriteria Luas Kolam

Atribut	Nilai
> 10 m ²	4
7,51 – 10 m ²	3
5 – 7,5 m ²	2
< 5 m ²	1

Tabel 8 menjabarkan atribut dan nilai dari kriteria luas kolam.

Berdasarkan nilai atribut yang digunakan, diberikan nilai simulasi pada masing-masing ikan (A_i) yang dijabarkan pada tabel 9 berikut.

Tabel 9. Nilai Ikan

Ikan/Kriteria	C1	C2	C3	C4	C5
Lele	2	4	3	4	4
Patin	3	4	3	3	4
Nila	1	4	1	2	4
Mas	3	4	3	2	4
Bawal	1	4	1	3	4

Berikut merupakan matriks ternormalisasi yang terbentuk berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan.

0,408	0,447	0,557	0,617	0,447
0,612	0,447	0,557	0,463	0,447
0,204	0,447	0,186	0,309	0,447
0,612	0,447	0,557	0,309	0,447
0,204	0,447	0,186	0,463	0,447

Gambar

Tahapan berikutnya adalah membentuk matriks ternormalisasi terbobot berdasarkan matriks ternormalisasi. Pada tahap ini diperlukan bobot kriteria dalam prosesnya perhitungannya.

Berikut merupakan matriks ternormalisasi terbobot yang terbentuk berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan.

0,106	0,03	0,28	0,083	0,016
0,159	0,03	0,28	0,062	0,016
0,053	0,03	0,093	0,041	0,016
0,159	0,03	0,28	0,041	0,016
0,053	0,03	0,093	0,062	0,016

Selanjutnya adalah menentukan nilai dari solusi ideal positif dan solusi ideal negatif dengan menggunakan persamaan 6 dan 7. Kedua nilai ini dijabarkan pada tabel 10 berikut. *Tabel 10. Solusi Ideal Positif dan Solusi Ideal Negatif*

Solusi Ideal Positif (A^+)	0,053	0,030	0,093	0,083	0,016
Solusi Ideal Negatif (A^-)	0,159	0,030	0,280	0,041	0,016

Langkah berikutnya adalah menghitung jarak antara matriks ternormalisasi terbobot dengan solusi ideal positif dan solusi ideal negatif dengan menggunakan persamaan 8 dan 9.

Hasil perhitungan yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 11 berikut.

Tabel 11. Nilai D_i^+ & D_i^-

Ikan	D_i^+	D_i^-
Lele	0,194	0,067
Patin	0,216	0,021
Nila	0,041	0,215
Mas	0,219	0,000
Bawal	0,021	0,213

Untuk mendapatkan rangking ikan digunakan persamaan 10 dimana ikan dengan nilai V terbesar adalah ikan yang paling direkomendasikan. Berdasarkan simulasi perhitungan metode TOPSIS yang telah dilakukan maka didapatkan rangking ikan yang dijabarkan pada tabel 12 berikut.

Tabel 12. Rangking Alternatif

Ikan	Rangking	V_n
Lele	3	0,293
Patin	4	0,086
Nila	2	0,840
Mas	5	0
Bawal	1	0,914

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Dengan adanya sistem penentuan jenis ikan air tawar budidaya yang menerapkan metode AHP-TOPSIS,

- dapat menjadi alat bantu untuk merekomendasikan jenis ikan yang akan dibudidayakan berdasarkan hasil perhitungan.
2. Metode AHP dapat digunakan untuk menentukan bobot setiap kriteria. Berdasarkan simulasi perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan hasil bobot masing-masing kriteria yaitu kriteria banyak bibit dengan nilai bobot 0,26, kriteria harga bibit dengan nilai bobot 0,07, kriteria lama masa pembesaran dengan nilai bobot 0,50, kriteria harga jual perkg dengan nilai bobot 0,13, kriteria luas kolam dengan nilai bobot 0,03.
 3. Metode TOPSIS dapat diimplementasikan untuk menghasilkan rangking ikan untuk direkomendasikan kepada *decision maker*. Berdasarkan simulasi perhitungan manual yang dilakukan, didapatkan hasil perangkingan ikan dengan nilai akhir masing-masing ikan adalah 0,913 untuk ikan Bawal, 0,839 untuk ikan Nila, 0,257 untuk ikan Lele, 0,087 untuk Patin, dan 0 untuk ikan Mas. Berdasarkan nilai akhir yang didapat, maka ikan yang paling direkomendasikan adalah ikan Bawal.
 4. Pengujian fungsional telah dilakukan oleh pihak Balai Benih Ikan Dinas Pertanian, Ketahanan Pangan dan Perikanan Kota Singkawang dan pengujian tampilan antarmuka sistem dengan metode penyebaran kuesioner kepada 41 responden. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil kesimpulan pengujian yaitu fungsi-fungsi pada sistem yang telah dibangun dapat berjalan dan digunakan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan dan untuk tampilan antarmuka sistem dapat dikategorikan sangat baik dengan persentase nilai akhir yaitu 82,9%.

6. SARAN

Adapun saran untuk penelitian yang akan datang adalah sebagai berikut.

1. Diharapkan sistem penentuan jenis ikan budidaya ini dapat dikembangkan

dengan menambah kriteria dan jenis ikan (alternatif) yang lebih beragam.

2. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan sistem yang telah dibuat agar dapat memberikan informasi yang lebih mudah dipahami dan lebih mudah untuk digunakan.
3. Pada penelitian yang telah dikembangkan terdapat kekurangan dari segi tampilan antarmuka sistem, diharapkan penelitian selanjutnya dapat melakukan pengembangan antarmuka sistem sehingga lebih menarik dan lebih fleksibel untuk dijalankan diberbagai perangkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sukadi, M. F. (2017). Peningkatan teknologi budidaya perikanan (the improvement of fish culture technology). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 2(2), 61-66.
- [2] FAO. (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action*. Rome.
- [3] Radiarta, I. N., Erlania, E., & Haryadi, J. (2015). Analisis Pengembangan Perikanan Budidaya Berbasis Ekonomi Biru Dengan Pendekatan Analytic Hierarchy Process (Ahp). *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 10(1), 47-59.
- [4] Lumentut, H. B., & Hartati, S. (2015). Sistem Pendukung Keputusan untuk memilih Budidaya ikan air tawar menggunakan AF-TOPSIS. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 9(2), 197-206.
- [5] Ruskan, E. L., Ibrahim, A., & Hartini, D. C. (2013). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Hotel Di Kota Palembang Dengan Metode Simple Additive Weighting (SAW). *JSI. Jurnal Sistem Informasi (E-Journal)*, 5(1), 546-565.
- [6] Koten, E., Mondoringin, L. L., & Salindeho, I. R. (2019). Evaluasi Usaha Pembudidayaan Ikan di Desa Matungkas Kabupaten Minahasa Utara. *e-Journal BUDIDAYA PERAIRAN*, 3(1), 203-210
- [7] Marbun, M., & Sinaga, B. (2019). *Buku Ajar Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Hasil Belajar Dengan Metode*

- Topsis*, Medan. Rudang Mayang Publisher.
- [8] Siswanto, E., Hidayat, N., & Santoso, N. (2018). Penentuan Kelayakan Kandang Sapi Menggunakan Metode AHP-TOPSIS (Studi Kasus. UPT Pembibitan Ternak dan Hijauan Makanan Ternak Singosari). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN*, 2(12), 622-630.
- [9] Destiningrum, M., & Adrian, Q. J. (2017). Sistem Informasi Penjadwalan Dokter Berbasis Web Dengan Menggunakan Framework Codeigniter (Studi Kasus. Rumah Sakit Yukum Medical Centre). *Jurnal Teknoinfo*, 11(2), 30-37.